



# **INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **O CONTRIBUTO DA ORTOPANTOMOGRÁFIA NO DIAGNÓSTICO DA OSTEOPOROSE**

Trabalho submetido por  
**Luís Alexandre Freitas Saraiva**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2016



# **INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **O CONTRIBUTO DA ORTOPANTOMOGRÁFIA NO DIAGNÓSTICO DA OSTEOPOROSE**

Trabalho submetido por  
**Luís Alexandre Freitas Saraiva**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutora Maria Alzira Cavacas**

**setembro de 2016**



“Há mais pessoas que desistem do que pessoas que fracassam”.

Henry Ford



## Agradecimentos

Um grande agradecimento à minha orientadora Prof. Maria Alzira Cavacas por ter aceite a orientação deste trabalho e por todos os conselhos e dedicação que demonstrou.

Um agradecimento especial à minha família, aos meus pais e à minha irmã por sempre acreditarem em mim e pelo apoio incondicional.

E por ultimo, aos meus amigos da faculdade que sempre me orientaram e apoiaram neste longo percurso de 5 anos. Que esta seja apenas uma das etapas em que estaremos juntos.



## Resumo

A osteoporose é uma doença sistémica que se caracteriza por uma diminuição generalizada da densidade óssea e é considerada pela Organização Mundial de Saúde um grave problema de Saúde Pública. Afeta milhões de pessoas em todo o mundo, principalmente mulheres de meia-idade e contribui para o aumento da morbilidade e mortalidade da população idosa pela ocorrência de diversas fraturas. Apresenta grande impacto socioeconómico no sector da saúde e é referenciada como uma epidemia silenciosa por ser de difícil diagnóstico.

A densitometria é considerado o exame de referência para o diagnóstico de osteoporose sendo realizado por uma técnica de absorciometria por raios X com dupla energia (DEXA- Dual-energy X-ray Absorptiometry) que fornece informação sobre a densidade mineral óssea. Este exame radiológico muitas vezes é requisitado pelo médico especialista tardiamente em homens e mulheres com mais de 60 anos e tem um custo elevado.

No âmbito da medicina dentária, as ortopantomografias são um exame radiológico comum para avaliação diagnóstica das arcadas dentárias, articulações e morfologia, sendo essencial para a escolha das diversas opções terapêuticas e planos de tratamento. Vários autores defendem que as radiografias panorâmicas assumem maior valor clínico do que o esperado, afirmando que os índices panorâmicos presentes na ortopantomografia são capazes de detetar níveis baixos de densidade mineral óssea e, deste modo, contribuirão para um diagnóstico precoce da osteoporose. Tal facto, torna o médico dentista um elemento fundamental nos cuidados de saúde e prevenção da osteoporose contribuindo de forma significativa para melhorar este problema de saúde pública.

O principal objetivo deste estudo passa por perceber qual a contribuição da ortopantomografia no diagnóstico da osteoporose.

**Palavras chave:** osteoporose, densidade mineral óssea, DEXA, ortopantomografia, índices panorâmicos





## Abstract

Osteoporosis is characterized as a systemic disease where the bone density is diminished. Such condition has been increasing over the time and is accepted as a public health problem by the World Health Organization (WHO). It affects millions of people worldwide, being more prevalent in mid-age women. Furthermore, its diagnosis is considered to be complex and can actually remain undetected until a significant event occurs, as for example bone fractures. This has a great impact especially in the elderly population.

The standard method of diagnosis is the Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) which evaluates bone density and is accepted as the exam of choice. Despite its diagnostic value is usually requested by the patient's Consultant at a later age, usually after 60 years old in both men and women. Additionally, it is a very costly.

Orthopantomographys (OPTs) are routinely used in the Dental Practices as aiding tools for clinical diagnosis and treatment planning. Some studies have actually argued that an OPT can be effective in the detection of low levels of bone densities within the jaws and consequently become a very useful tool in the early diagnosis of Osteoporosis. Therefore it seems reasonable to argue that Dentists may play an important role in the early detection and diagnose of Osteoporosis in Dental practices, and consequently, improve significantly this health issue.

The main aim of this work is to give an evidence based view about the effectiveness of an OPT as a valid diagnostic tool for Osteoporosis.

**Key words:** Osteoporosis , Bone mineral density, DEXA, Orthopantomographys, Panoramic indexes

## Índice

I-Introdução.....	8
II-Desenvolvimento .....	11
2.1 Definição, prevalência, patogénese e tratamento da osteoporose .....	11
2.2 Alterações na maxila e na mandíbula associadas a osteoporose.....	19
2.3 Correlação entre os índices panorâmicos obtidos na ortopantomografia e densidade mineral óssea.....	21
2.3.1 Índice de espessura cortical mandibular .....	23
2.3.2 Índice panorâmico mandibular.....	25
2.3.3 Índice Klementi.....	27
2.3.4 Índice de risco de osteoporose(OSIRIS) .....	32
2.3.5 Outros índices .....	36
3. Obtenção de índices panorâmicos de forma automatizada .....	38
4.Aplicação dos índices panorâmicos na Medicina Dentária .....	43
III-Conclusão .....	47
IV-Bibliografia .....	49

## Índice de Figuras

Fig 1- Remodelação óssea.....	15
Fig 2-Ortopantomografia de uma paciente do sexo feminino com 71 anos apresentando edentulismo com mandíbula atrófica .....	20
Fig 3- Linhas necessárias para a obtenção dos índices panorâmicos .....	22
Fig 4-Representação do índice de espessura cortical mandibular .....	24
Fig 5-Representação da obtenção do índice panorâmico .....	26
Fig 6-Ortopantomografia classificada como C1 .....	27
Fig 7-Ortopantomografia classificada como C2 .....	28
Fig 8-Ortopantomografia classificada como C3 .....	28
Fig 9-Representação da junção do osso trabecular com córtex inferior da mandíbula	30
Fig 10-Ilustração da camada fina de córtex com presença de resíduos corticais.....	31
Fig 11-Ilustração de uma ortopantomografia onde existe projeção do osso hióide .....	31
Fig 12-Representação do índice antegoniaco .....	36
Fig 13-Local de medição do índice goníaco .....	37
Fig 14-Identificação foramen mentoniano e da margem cortical na ortopantomografia .....	38
Fig 15-Deteção dos limites mandibulares através do uso de uma máscara mandibular .	40
Fig 16-Seleção do modelo de referência e identificação da zona de medição .....	41
Fig 17-Medição do índice de espessura cortical .....	41

## Índice de Tabelas

Tabela1-Causas secundárias da osteoporose, IOF (International Osteoporosis Foundation).....	12
Tabela2- Incidência por 100.000 das fraturas osteoporóticas do fêmur proximal em diferentes regiões (população com idade $\geq 50$ anos).....	13
Tabela3-Definição de osteopenia e osteoporose da OMS adaptado de World Health Organization. ....	17
Tabela4-Fatores de risco para osteoporose da SPR e SPDOM. ....	17
Tabela5- Adaptada de Karayianni <i>et al</i> .....	34
Tabela6-Adaptada de Covington .....	44

## **Lista de Abreviaturas**

**DMO**-Densimetria óssea

**DEXA**-Dual-energy X-ray absorptiometry

**IA**- Índice antegoniaco

**IG**- Índice goniaco

**MCW/ MCI** - Índice de espessura cortical mandibular

**MI**- Índice mentoniano

**OMS**- Organização Mundial da Saúde

**OP**- Osteoporose

**OSIRIS**- Índice de risco de osteoporose

**PMI**- Índice panorâmico mandibular

**SPDOM**- Sociedade Portuguesa de Doenças Metabólicas

**SPR**- Sociedade Portuguesa de Reumatologia

## **I-Introdução**

A osteoporose é uma doença óssea sistémica, que se caracteriza por uma diminuição generalizada da massa óssea e uma deterioração da microarquitetura óssea (Calciolari, Donos, Park, Petrie, & Mardas, 2015). A osteoporose e as fraturas osteoporóticas são um grave problema de saúde pública contribuindo de forma significativa para a morbilidade e mortalidade da população e acarretam custos económicos consideráveis (Branco, Felicíssimo & Monteiro, 2009).

Segundo a OMS em 2011, esta doença afetava mais de 75 milhões de pessoas na Europa, Japão e Estados Unidos e é cerca 3 vezes mais frequente em mulheres acima de 50 anos que em homens (López-lópez, Estrugo-Devesa, Jane-salas, Ayuso-montero, & Gómez, 2011). Cauley e Newmann (citado por Gonçalves,2013) referem que a prevalência da osteoporose estimada em critérios de densidade mineral óssea (DMO) é de 11% em mulheres e de 2% em homens. Estes autores apontam ainda para a incidência significativa da osteopenia, que afeta 50% das mulheres e 32% dos homens acima dos 50 anos. O risco de ocorrência de fraturas osteoporóticas em doentes com osteoporose é de 40%, surgindo estas fraturas sobretudo na coluna vertebral, fémur proximal e punho (Gonçalves, Rodrigues, Canhão & Fonseca, 2013).

No final do século 20, a definição da osteoporose alterou-se de um modo progressivo passando da definição de uma doença específica que significava “ossos fracos” para o conceito atual de uma desordem esquelética relacionada com o envelhecimento e que inclui muitas patologias nas quais a microarquitetura do tecido ósseo está deteriorada. Na OP (osteoporose) verifica-se uma diminuição da densidade mineral óssea e consequente diminuição de resistência óssea a traumas de baixa energia e levando muitas vezes à ocorrência de fraturas osteoporóticas. Mais frequente nas mulheres, esta patologia tem início no período da pré-menopausa e menopausa devido ao decréscimo abrupto dos estrogénios que levam a alterações no metabolismo do cálcio que irá contribuir para uma perda de massa óssea acentuada e contínua, apresentando-se como a principal causa de fraturas osteoporóticas em mulheres idosas (Chao, Chen, Lin, Huang, & Fan, 2015).

Nos homens o papel dos estrogénios no controlo da remodelação óssea também é preponderante; Tal como a idade, a perda de massa óssea progride de forma linear contribuindo para um aparecimento de trabéculas mais delgadas (Seeman citado por Canhão 2005).

Na atualidade, a linha de investigação determina como fatores de risco para a OP: a idade, o género, a história clínica de doenças do foro reumatológicas, metabólicas (diabetes, hipertiroidismo, hipogonadismo), doenças renais crónicas, patologias oncológicas, doenças de malnutrição e má absorção, doenças psiquiátricas (medicação com de lítio), imobilidade prolongada e hábitos tóxicos (tabagismo e consumo excessivo de álcool ou de medicamentos, especialmente os glicocorticóides) (Chao *et al.*, 2015). Como fatores protetores existe alguma controvérsia nos diversos estudos, no entanto, a importância de hábitos saudáveis de exercício físico e alimentares, de exposição solar diária está comprovada (Gonçalves *et al.*, 2013).

A OP é considerada pela OMS uma epidemia silenciosa sobretudo pelo seu diagnóstico tardio e por apresentar um quadro sindrómico polivalente contribuindo grande parte das vezes para um início tardio do tratamento da osteoporose (Canhão, Fonseca, & Queiroz, 2005).

O diagnóstico de OP baseia-se essencialmente na medição da massa óssea (DMO) sendo o método de diagnóstico de eleição a absorciometria de dupla energia radiológica (DEXA) que permitiu o desenvolvimento de uma classificação baseada em evidências epidemiológicas e quantificação DMO.

A osteoporose na sua fase inicial é definida através de uma pontuação T ou Z; a pontuação T refere-se ao número de desvios padrão (SD), através da qual DMO difere do valor médio esperado em indivíduos jovens e saudáveis, enquanto a pontuação Z descreve o número de SD pelo qual a DMO difere do valor médio espetável para a idade e sexo. A densidade mineral é medida em dois locus standards: anca e a coluna lombar (L2, L3 e L4) (Chao *et al.*, 2015).



Apesar da DEXA ser atualmente a técnica padrão (*gold-standart*) para diagnóstico de osteoporose, esta não é prescrita como exame de rotina para a população em geral, muitas vezes por indisponibilidade de densiómetros ou pelo seu elevado custo monetário.

Este tipo de exame só é realizado em mulheres com 65 anos ou mais e em homens com mais de 70 anos ou, em jovens adultos com fatores de risco (Kim, Shin, Song, & Kim, Shin, , Song, Lim, Yoon, Kim, & Chung, 2014).

No âmbito da medicina dentária, a associação entre a osteoporose e a perda óssea na mandíbula e na maxila é também um tema de relevo de investigação científica. Vários autores têm proposto a possibilidade do diagnóstico de pacientes com osteoporose na sua fase inicial através do estudo das ortopantomografias (Calciolari *et al.*, 2015). Deste modo, as radiografias panorâmicas assumiriam maior valor clínico, sobretudo pela visualização da espessura da cortical mandibular e sua morfologia. Nesta linha de investigação, os estudos sugerem que os índices panorâmicos presentes na ortopantomografia são capazes de detetar níveis baixos de densidade mineral óssea. Deste modo contribuindo para um diagnóstico precoce da osteoporose e encaminhamento célere para o médico especialista.

Esta revisão sistemática apresenta como objetivo avaliar a contribuição e precisão dos diferentes índices panorâmicos presentes na ortopantomografia para o diagnóstico de osteoporose.

## **II-Desenvolvimento**

### **2.1 Definição, prevalência, patogénese e tratamento da osteoporose**

Ao longo da vida, o esqueleto humano é sujeito a um processo de destruição e formação de tecido ósseo constante. Este sistema encontra-se equilibrado quando a taxa de formação e destruição óssea é semelhante, porém quando existe uma alteração neste metabolismo, quer seja por um aumento da reabsorção óssea ou diminuição da formação óssea, irá existir um desequilíbrio que levará ao aparecimento de osteopenia e, posteriormente, à osteoporose. A OP apresenta-se como uma doença crónica complexa e multifatorial, progredindo frequentemente de forma silenciosa, sendo o diagnóstico tardio, muitas vezes considerado apenas quando tais alterações ósseas são acompanhadas por dor, deformidade ou fraturas (Hildebolt, 1997).

Nas ultimas duas décadas, a definição da osteoporose alterou-se de um modo gradual, passando da definição de uma doença específica para o conceito atual de um distúrbio esquelético que inclui muitas patologias nas quais a microarquitECTURA do tecido ósseo está deteriorado. A definição com maior reconhecimento internacional foi proposta pela OMS em consenso com o Instituto Nacional de Saúde (National Institutes of Health Consensus Development Panel on Osteoporosis), em 2001, o qual define a osteoporose como uma doença óssea sistémica, que se caracteriza por uma diminuição generalizada da massa óssea e uma deterioração da microarquitECTURA óssea, maior fragilidade óssea e maior susceptibilidade a fraturas (Baum & Peters, 2008). Esta definição foca-se em dois fatores primordiais e quantificáveis, a massa óssea e a ocorrência de fraturas osteoporóticas, ficando conhecida como a definição operacional da OMS. A literatura médica distingue ainda a OP em duas classes, primária, ou Tipo I, e secundária ou Tipo 2. A OP primária está relacionada com o envelhecimento e insuficiência hormonal, característica em indivíduos de mais idade e com maior impacto nas mulheres pós – menopáusicas e em homens acima dos 60 anos de idade.

Já a OP secundária, tem esta designação por haver uma causa subjacente ao seu aparecimento, assim diversas patologias clínicas, distúrbios hormonais ou hábitos tóxicos e medicamentosos induzem um desequilíbrio na remodelação óssea e consequente osteoporose (Mauck & Clarke, 2006). Algumas das causas foram listadas pela Fundação Internacional da Osteoporose (IOF- International Osteoporosis Foundation, 2005)

Tabela 1-Causas secundárias da osteoporose, IOF (International Osteoporosis Foundation) 2005.

Condições Médicas	Insuficiência renal grave Doença de Cushing Insuficiência Hepática Anorexia nervosa e bulimia Artrite reumatoide Doença Celíaca e outras síndromes de má absorção Esclerose múltipla Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica Escorbuto
Hábitos medicamentosos e Químicos	Terapêuticas com lítio (psicotrópicos) Terapêuticas com alumínio (antiácidos) Corticoterapia prolongada Barbitúricos Alcoolismo Tabagismo
Distúrbios Hormonais	Hiperparatiroidismo Hipertiroidismo Diabetes Mellitus Hiper cortisolismo
Outros	Talassémia Mieloma Múltiplo Leucemia Doença Óssea Metastática

De acordo com Hernlund (2013), citado por (Calciolari *et al.*, 2015) a prevalência da osteoporose na Europa é de 27.6 milhões de pessoas, 22 milhões de mulheres e 5.6 milhões de homens, sensivelmente 3-4x mais prevalente nas mulheres do que em homens. Este autor alerta ainda para o facto, que perante o aumento da esperança de vida da população será exetável um incremento da população afetada com osteoporose (Calciolari *et al.*, 2015). Em Portugal estima-se que cerca de 500 mil pessoas estejam afetadas por osteoporose. Relativamente ao risco de ocorrência de fraturas osteoporóticas em doentes com osteoporose estima-se ser de 40%, surgindo estas fraturas sobretudo na coluna vertebral, fémur proximal e punho (Gonçalves *et al.*, 2013). Existem poucos dados epidemiológicos sobre faturas da coluna vertebral e do punho, no entanto há quantificação das fraturas do colo do fémur que requerem grande parte das vezes internamento hospitalar. Assim, no ano 2009, verificou-se a ocorrência de 9500 fraturas do colo do fémur. Constatou-se ainda, que no ano seguinte á ocorrência de fraturas a taxa de mortalidade aumentou em 10-20% e 50% dos doentes perdem a sua capacidade funcional apresentando um grau elevado de dependência. (Branco, Felicíssimo, Monteiro, 2009). A magnitude deste problema é representado no quadro abaixo exposto que apresenta os dados a nível mundial da incidência das fraturas do colo do fémur (Canhão *et al.*, 2005).

Tabela 2- Incidência por 100.000 das fraturas osteoporóticas do fémur proximal em diferentes regiões (população com idade  $\geq 50$  anos) Adaptado de Canhão, Fonseca, & Queiroz, (2005).

<b>País /Região</b>	<b>Mulheres (M)</b>	<b>Homens (H)</b>	<b>F/M</b>
Noruega (Oslo)	715	298.6	2.39
Dinamarca (Funen)	595.1	211.4	2.81
Inglaterra (Oxford)	495.4	160.6	3.08
Estados Unidos (Rochester)	487.4	175.5	2.78
Espanha (Barcelona)	289.3	137.8	2.1
Portugal (Porto)	297	136	2.18
China (Beijing)	87	97	0.9
Turquia (Istambul)	34	26	1.28

Perante estes dados epidemiológicos e o impacto socio- económico compreende-se a razão pela qual a osteoporose e as fraturas osteoporóticas são considerados um problema sério de saúde pública (López-López *et al.*, 2011). As fraturas osteoporóticas são a manifestação clínica aparente de uma doença silenciosa e insidiosa que apresenta alterações progressivas da microarquitetura óssea. Para melhor compreender esta desordem esquelética é importante conhecer os mecanismos de formação óssea e os mecanismos celulares que conduzem à OP (Canhão *et al.*, 2005).

O tecido ósseo é um tecido altamente especializado que para além de ser responsável pela remodelação óssea e ser considerado um importante reservatório de alguns minerais, tais como, cálcio, magnésio, fósforo e sódio é fundamental na regulação do processo de hematopoiese. Segundo Richard Bringham *et al.*, (2015), os componentes extracelulares do osso apresentam duas camadas:

- uma camada orgânica, composta essencialmente por colágeno do tipo I (90 a 95%) e por diversas proteínas, tais como, osteocalcina, osteopontina, trombospondina e fibronectina. Estas serão responsáveis pela organização das fibras de colágeno, mineralização e união da camada orgânica à camada mineral;
- uma camada mineral, que apresenta na sua constituição cálcio e fósforo e formam um cristal de hidroxiapatite que se integra com as fibras de colágeno da matriz. A hidroxiapatite é o constituinte mais importante do osso, cerca de um quarto do volume e mais de metade da massa do osso adulto.

A remodelação óssea é um processo dinâmico, que resulta das atividades conjuntas de reabsorção óssea pelos osteoclastos e de formação óssea pelos osteoblastos (Fig1). O processo de formação óssea ou osteogénese ocorre em três etapas: a produção de matriz orgânica extracelular ou osteoide, a mineralização da matriz com formação de osso e a remodelação óssea com reabsorção seguida da formação de novo osso (Canhão *et al.*, 2005).

Os osteoblastos são responsáveis pela produção da matriz óssea e regulação da mineralização. Estes são derivados de células do mesênquima e encontram-se na superfície de osso recém-formado. A partir do momento em que um osteoblasto produz a matriz esta é prontamente mineralizada e além disso este é convertido num osteócito. Estes são responsáveis pela regulação da formação e reabsorção do osso. A mineralização da matriz tanto no osso trabecular como no osso cortical começa no instante em que esta é produzida (mineralização primária), porém ainda não se encontra completa e só após várias semanas termina (mineralização secundária). Neste processo é essencial existirem altas concentrações de cálcio e fósforo e uma cuidada regulação por parte dos derivados dos osteoblastos. Estas células são ainda responsáveis pela síntese e secreção de moléculas que iniciam e controlam a diferenciação dos osteoclastos (Richard Bringhurst, Marie Demay, Stephen Krane, Henry Kronenberg, 2015 *Harrison's principles of internal medicine*).

Os osteoclastos são células multinucleadas responsáveis pela reabsorção óssea. Estas são derivadas de células precursoras da linhagem mielóide, os monócitos e os macrófagos. A reabsorção óssea mediada pelos osteoclastos é realizada à custa da produção de proteinases, prótons e anidrase carbonica. Este processo ocorre em locais específicos nomeadamente nas lacunas de Howship, estas correspondem a depressões localizadas na matriz (Richard Bringhurst *et al.*, 2015).

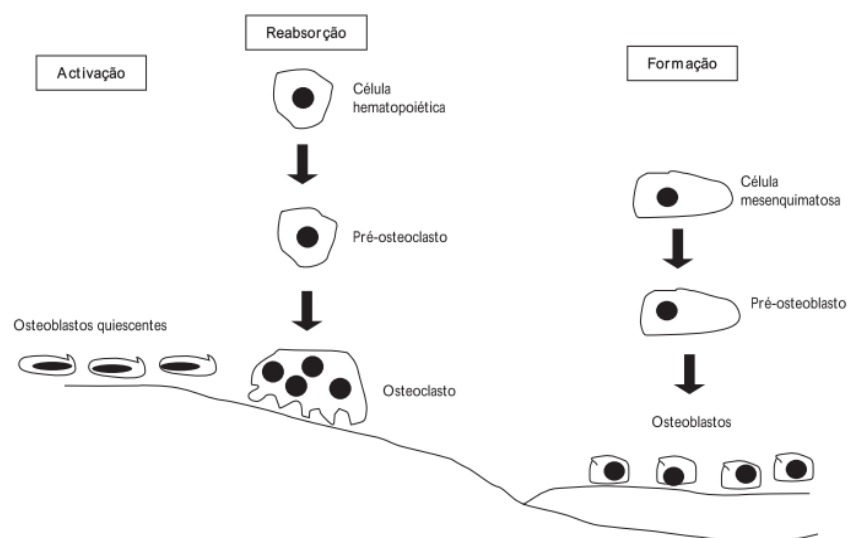


Fig 1- Remodelação óssea (Canhão, Fonseca, & Queiroz (2005).

A vitamina D e a parathormona (PTH) são importantes fatores para a formação ossea, sendo mediadores da regulação do cálcio. A deficiência da vit D ou excesso da PTH podem conduzir a depleção mineral. Ao longo da vida o pico de massa óssea é atingido entre os 20-30 anos e é dependente de 70-80% de fatores genéticos. Já a perda óssea depende para além de fatores genéticos, de fatores hormonais e ambientais (Canhão *et al.*,2005).

Idealmente o tecido ósseo deve possuir a rigidez necessária para suportar a carga do organismo, a flexibilidade suficiente para absorver impactos sem fracturar e a leveza adequada para permitir movimentos rápidos. Em grande parte, estas características são moduladas pela quantidade de cristais de hidroxiapatite que são depositados na tripla hélice de colagénio tipo I. Se o osso sofre uma desmineralização, como nalgumas situações em que ocorre aumento da reabsorção óssea, torna-se demasiado flexível, flete demasiado durante a carga, se fica excessivamente mineralizado flete pouco durante a carga e fratura. Com o envelhecimento e redução dos estrogénios o balanço ósseo torna-se negativo, assim é depositado menos osso do que aquele que é removido por cada unidade de remodelação contribuindo para o desenvolvimento de um osso osteopénico e posteriormente osteoporótico (Canhão *et al.*,2005).

O diagnóstico de OP baseia-se essencialmente na definição operacional de osteoporose proposta pela OMS que assenta na medição da massa óssea por absorciometria de dupla energia radiológica (DEXA). Definiu-se uma classificação que compara os valores individuais com a média do pico de massa observada em adultos jovens saudáveis do mesmo sexo e raça.

No sentido de uniformização de interpretação de resultados, a OMS definiu os critérios com os intervalos respetivos que definem a DMO como normal ou diminuída (Tabela 3).

Tabela 3-Definição de osteopenia e osteoporose da OMS adaptado de World Health Organization 1994.

Normal	Score T > -1
Osteopenia	Score T $\leq$ -1 e $>$ -2.5
Osteoporose	Score T $\leq$ -2.5
Osteoporose grave	Score T $\leq$ -2.5, com uma ou mais fraturas

O tempo ideal de intervenção da doença é antes de esta se manifestar clinicamente pelo que a sua avaliação passa pela valorização dos fatores de risco. A Sociedade Portuguesa de Reumatologia (SPR) apresenta os seguintes fatores de risco (tabela 4):

Tabela 4-Fatores de risco para osteoporose da SPR e SPDOM (Adaptado de Tavares et al., 2007).

<b>Fatores de risco major</b>	<b>Fatores de risco minor</b>
Idade superior a 65anos	Artrite reumatoide
Fratura vertebral prévia	História de hipertiroidismo clínico
Fratura de fragilidade depois dos 40 anos	Terapêutica crónica com anti-epilépticos
História de fratura da anca num dos progenitores	Baixo aporte de cálcio na dieta
Terapêutica corticóidesistémica com mais de 3 meses de duração	Tabagismo
Menopausa precoce (<40 anos)	Consumo excessivo de caféina (> 2 chávenas por dia)
Hipogonadismo	Consumo excessivo de bebidas alcoólicas
Hiperparatiroidismo primário	Índice de massa corporal (Imc) menor do que 19 kg/m <sup>2</sup>



A prevenção e tratamento da OP deve ter em conta os fatores de risco major e minor e a fisiopatologia da osteoporose. Quanto à prevenção da osteoporose, esta visa sobretudo a mudança de comportamentos e hábitos de saúde que atuam nos fatores de risco minor, por exemplo - atividade física regular, exposição solar no mínimo 20 min para estimulação, evitar a ingestão de álcool e cafeína, evitar alterações bruscas de peso e a toma de cálcio (De Souza, 2010). Relativamente ao tratamento específico da osteoporose este é sobretudo farmacológico e assenta na fisiopatologia da doença, assim o tratamento ideal seria diminuir atividade dos osteoclastos e aumentar a atividade dos osteoblastos ou de ambos (De Souza, 2010). A farmacoterapia divide-se em dois grupos de fármacos; os anabolizantes (estimulam os osteoblastos) e anti catabólicos (inibem a ação dos osteoclastos) que são prescritos e adaptados às diferentes situações clínicas. São medicamentos anabólicos fármacos como ; calcitriol, a hormona do crescimento, a hormona paratiroideia , e os esteroides anabolizantes. O grupo dos anticatabolicos incluem o cálcio, terapêutica de reposição de estrogénios, os bifosfonatos, osteoprotegerina alendronato, ibandronato, raloxifeno, risedronato e ranelato de estrôncio (Baum & Peters, 2008, De Souza, 2010).

## 2.2 Alterações na maxila e na mandíbula associadas a osteoporose

A primeira associação entre osteoporose e a perda óssea nos maxilares foi feita por Groen *et al*, em 1960. Desde então vários estudos têm sido realizados de modo a perceber qual a etiologia desta doença. A perda de dentes conduz à atrofia do rebordo alveolar progressiva e irreversível sendo este um fenómeno bastante característico na população idosa. Os pacientes afetados sofrem alterações de estruturas anatómicas da mandíbula e da maxila, perda de função, mudanças faciais e por vezes de problemas psicológicos tais como, baixa de auto estima, sintomatologia depressiva, sentimentos de vergonha e insegurança (Atwood, 1971,citado em Calin *et al*,2012).

As alterações anatómicas que ocorrem tanto na mandíbula como na maxila são causadas pelo desequilíbrio do metabolismo ósseo causado pela osteoporose. Tal desequilíbrio deve-se a uma maior reabsorção óssea e a uma menor formação óssea, que levará a uma diminuição mineral óssea e a uma atrofia do rebordo alveolar residual (Călin, Mitrea, & Sinteia, 2012).

De acordo com Atwood (2001), a taxa de reabsorção varia bastante entre indivíduos, de regiões diferentes da mandíbula e até mesmo de uma mesma pessoa em momentos distintos. Existem co-fatores que influenciam a reabsorção do processo alveolar:

1-estrutura anatómica da mandíbula (quantidade/qualidade óssea), morfologia facial;

2-fatores metabólicos, idade, sexo feminino, equilíbrio hormonal (falta de estrogénio, menopausa), desordens sistémicas e situações congénitas patológicas;

3- fatores mecânicos: frequência, intensidade e duração da força aplicada no osso alveolar e procedimentos protéticos (prótese total, pressão aplicada pela prótese no osso, uso da prótese durante a noite e má adaptação).

O osso trabecular é o mais susceptível a alterações no metabolismo ósseo causadas pela osteoporose. A mandíbula devido à sua constituição maioritária de osso trabecular vai ser sujeita a uma rápida e severa atrofia quando comparada com a maxila. Já em (1974) Atwood descreveu diferentes níveis de reabsorção na mandíbula e na maxila, o grau de reabsorção na mandíbula é cerca de 3-4 vezes maior quando comparado com a reabsorção maxilar. A reabsorção alveolar raramente aparece ao nível do corpo da maxila. A mandíbula é uma das fontes principais de cálcio disponível no nosso organismo sendo sujeita a uma forte redução do seu conteúdo mineral (Atwood, 1971; Taguchi *et al.*, 2007 ; Călin *et al.*,2012).

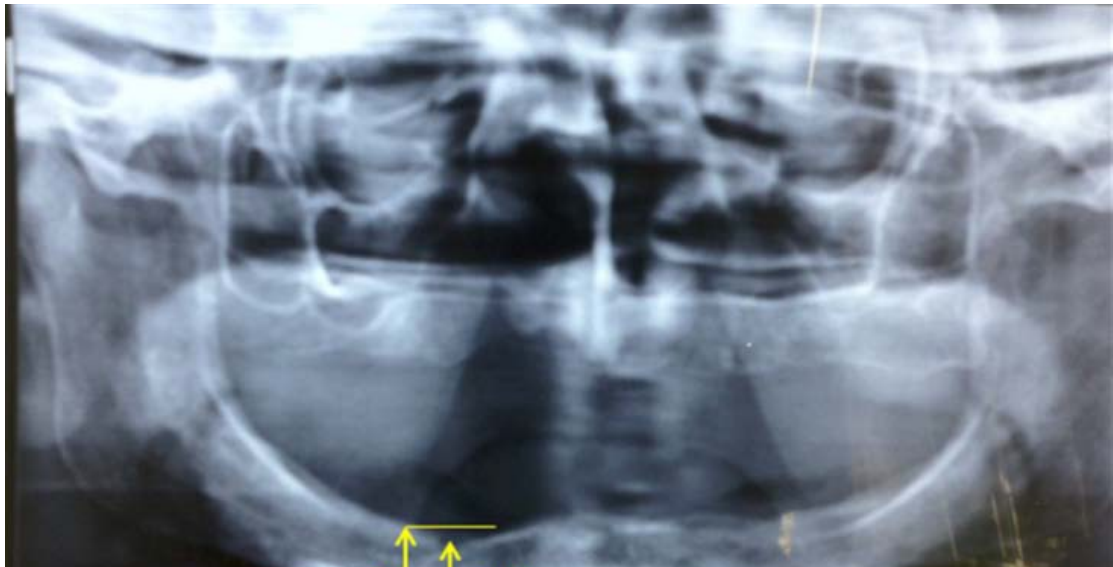


Fig 2-Ortopantomografia de uma paciente do sexo feminino com 71 anos apresentando edentulismo com mandíbula atrofada (Călin, Mitrea, & Sintea, 2012).

### **2.3-Correlação entre os índices panorâmicos obtidos na ortopantomografia e densidade mineral óssea**

A DEXA não é um método de diagnóstico possível de realizar em toda a população, devido ao seu preço elevado, falta de compartição pelos seguros e inexistência de densiômetros em muitas das clínicas (Covington, 2012). Embora a DEXA seja actualmente a técnica padrão (*gold-standart*) para diagnóstico de osteoporose, o uso de diferentes índices qualitativos e quantitativos em radiografias panorâmicas tem sido referenciado em diversos estudos como método de diagnóstico desta patologia, apresentando resultados contraditórios (López-López *et al.*, 2011).

É de conhecimento geral que as pessoas recorrem mais frequentemente aos médicos dentistas do que aos médicos de família. A prescrição de ortopantomografias pelos médicos dentistas é bastante comum, para um diagnóstico preciso e elaboração de planos de tratamento fiáveis. Anualmente, numerosas radiografias panorâmicas são realizadas por todo o mundo, cerca de 10 milhões no Japão, 17 milhões nos Estados Unidos e 1.5 milhões em Inglaterra e País de Gales. Seria extremamente benéfico e económico se estas pudessem ser usadas como método de diagnóstico em pacientes com osteoporose (Taguchi, 2010).

Atualmente, vários são os estudos que demonstram uma associação significativa entre os índices panorâmicos obtidos pela ortopantomografia e a densidade mineral óssea. De acordo com diversos investigadores (Covington 2012, Călin *et al.*, 2012, Taguchi *et al.*, 2008) é possível detetar a erosão cortical mandibular através das radiografias panorâmicas. Deste modo, as ortopantomografias apresentar-se-iam como um indicador útil na identificação da patologia da osteoporose. Num estudo reportado por Taguchi *et al.*, (2008) é afirmado que é possível ensinar jovens médicos dentistas a reconhecerem as alterações que ocorrem na mandíbula que levam ao aparecimento da osteoporose. Este tipo de conhecimento já se encontra a ser lentamente introduzido em algumas universidades, como por exemplo no College of Dentistry, University of Tennessee Health Science Center (Covington 2012; Taguchi *et al.*, 2008).

Vários são os estudos que relatam os efeitos da osteoporose na maxila e mandíbula com o uso dos índices panorâmicos, nomeadamente: índice de espessura cortical mandibular; índice panorâmico mandibular; índice Klementi entre outros. Estes índices estão relacionados com a densidade mineral óssea e alertam para o risco de fraturas em pacientes com osteoporose (Călin *et al.*,2012).

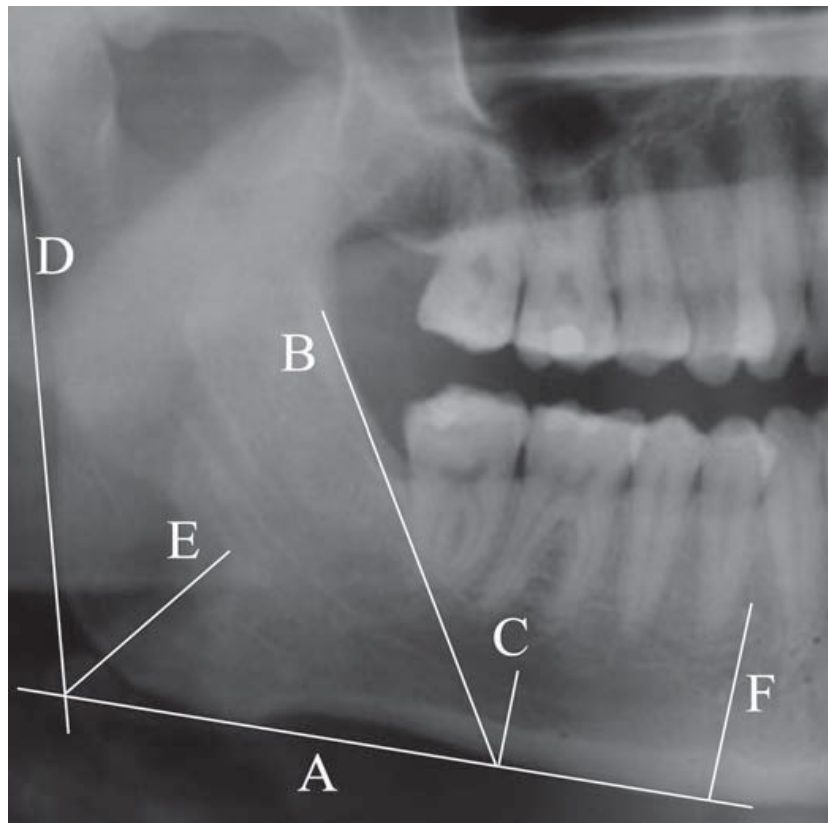


Fig 3- Linhas necessárias para a obtenção dos índices panorâmicos A- Linha tangente á base da mandíbula; B- Linha tangente ao bordo anterior do ramo; C- Linha perpendicular a A na altura em que B passa na base da mandíbula; D- Tangente ao bordo posterior do ramo; E- Bissetriz do ângulo formado pelas linhas A e D; F- Recta perpendicular a A (Regina, Mahl, Licks, Regina, & Fontanella, 2008)

### 2.3.1 Índice de espessura cortical mandibular

O índice de espessura cortical mandibular (MCW) ou índice mentoniano (MI) é medido na zona do foramen mentoniano. Obtém-se através de duas linhas uma que passa no centro do foramen mentoniano e outra linha tangente à porção inferior da mandíbula (Fig4). Nesta linha é medida a espessura cortical mandibular. Regina *et al.*, no seu estudo publicado em 2008, afirmam que o valor normal que este índice deve apresentar é 3.1 mm ou mais. É importante referir que este índice, tal como os outros que serão descritos, podem ser medidos manualmente ou digitalmente (Calciolari *et al.*, 2015; Regina *et al.*, 2008).

De acordo com Calciolari *et al.*, (2015), os níveis de sensibilidade e especificidade associados a este índice apresentaram resultados heterogénios com valores de sensibilidade a chegarem aos 90%. Tais resultados são reportados em estudos como o Devlin *et al.*, (2007); Ardakani *et al.*, (2013); Kavitha *et al.*, (2012). No entanto, outros estudos, não apresentaram os mesmos dados relatando níveis de sensibilidade menores que 20 % (Horner *et al.*, 2002; Marandi *et al.*, 2010; Mansour *et al.*, 2013). A maioria dos estudos que usaram o MCW chegaram a conclusão de que este índice apresenta uma elevada eficácia em detetar valores baixos de densidade mineral óssea em vez de detetar a condição osteoporótica (Calciolari *et al.*, 2015).

Em contrapartida, os estudos de Devlin *et al.*,(2007) defendem que nem todos os índices são capazes de distinguir densidades minerais ósseas normais e afirmam que apenas dois índices são capazes de diferenciar a condição de osteopenia e osteoporose. Estes são, respetivamente, o índice de espessura cortical mandibular e o índice panorâmico mandibular. Devlin *et al.*,(2007) no seu estudo, afirmam ainda que pessoas que apresentem valores menores que 3 mm de índice de espessura cortical mandibular deveriam ser encaminhadas para a realização de uma densiometria óssea (Regina *et al.*, 2008).

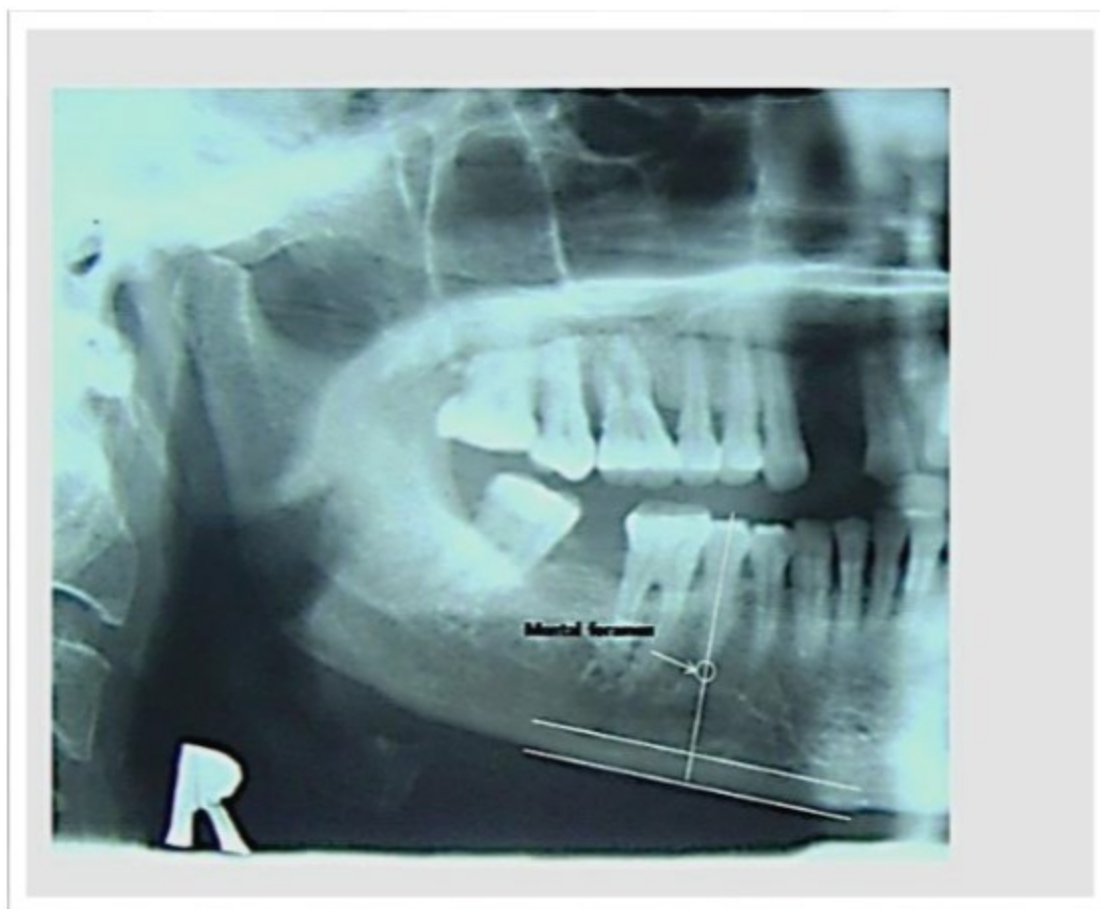


Fig 4- Representação do índice de espessura cortical mandibular -Foramen mentoniano(seta) (Regina, Mahl, Licks, Regina, & Fontanella, 2008)

### 2.3.2 Índice panorâmico mandibular

O índice panorâmico mandibular (PMI) é dado através da média entre a espessura cortical mandibular e a distância entre o foramen mentoniano e o osso mandibular cortical inferior (Fig5). Este índice foi descrito pela primeira vez em 1991 por Benson *et al* e o seu valor normal é de 0.3 mm ou maior. A origem é baseada no método de Wical e Swoope descrito em *Studies of residual ridge resorption*, no ano de 1974. A sua teoria afirma que a zona inferior do foramen mentoniano era uma referência bastante útil que permitiria calcular a quantidade de osso alveolar perdida. Wicall e Swoope (1974) chegaram à conclusão de que a distância entre o foramen mentoniano e o bordo inferior da mandíbula mantem se praticamente constante ao longo da vida. Tendo em conta esta premissa o índice panorâmico mandibular pode ser usado para calcular a perda óssea local (Calciolari *et al.*, 2015; Govindraju & Chandra, 2014; Regina *et al.*, 2008).

A maior parte dos estudos realizados sobre este índice (Ledgerton *et al* 1999; Hastar *et al* 2011; Regina *et al.*, 2008) abrangeram a população feminina, fator este que é explicado devido à prevalência desta doença nas mulheres. Num estudo conduzido por Ledgerton *et al.*, (1999) em 500 pacientes britânicas do sexo feminino e após análise das suas radiografias chegou-se à conclusão de que o índice panorâmico apresentaria uma redução gradual com a idade até à sexta década de vida. A partir deste momento, o valor desceria de forma acentuada. Por outro lado, Taguchi *et al.*, (1996) afirmam que este valor aumentaria de forma gradual até à sexta década de vida e só depois decresceria. Esta diferença é, provavelmente, explicada pela diferença étnica presente nos diferentes estudos. É importante referir que a obtenção do índice panorâmico torna-se impossível quando não se consegue identificar o foramen mentoniano por razões inerentes à radiografia (distorção, falta de detalhe, etc). De acordo com a revisão sistemática realizada por Calciolari *et al.*,(2015) os valores de sensibilidade e de especificidade do índice panorâmico para detetar valores baixos de densidade mineral óssea variaram entre 40.8 % a 100% e 47% a 88% respetivamente.



Tais resultados permitem-nos chegar à conclusão de que o índice panorâmico mandibular consegue ter capacidade para detetar pacientes com valores baixos de densidade óssea (Calciolari *et al.*, 2015; Govindraju & Chandra, 2014).

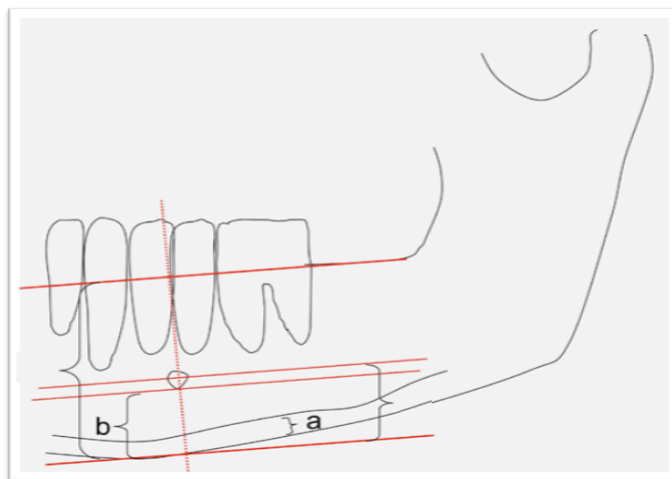


Fig 5- Representação da obtenção do índice panorâmico =  $a/b$  (López-López *et al.*, 2011)

### 2.3.3 Índice Klementi

O índice de klementi foi introduzido por Klementi *et al* no ano de 1994, e a amostra deste estudo foi a população feminina pós-menopausa com osteoporose. Após a descrição deste índice, outro grupo de investigadores (Horner and Devlin,1999) atribuíram uma outra designação ao índice de klementi, o índice cortical mandibular (MCI). O índice de klementi também conhecido como índice cortical mandibular apresenta-se como um método qualitativo que classifica a zona mandibular cortical localizada a distal do foramen mentoniano (Calciolari et al., 2015; Govindraju & Chandra, 2014). Klementi *et al.*, classificam a mandíbula em 3 categorias:

- C1 (córtex normal)- quando a margem endosteal do córtex se apresenta regular e sem defeitos em ambos os lados (Fig6);
- C2 (córtex moderadamente erodido)- a margem endosteal apresenta defeitos semilunares ou apresenta resíduos corticais em um ou em ambos os lados (Fig7);
- C3 (córtex severamente erodido)- a camada cortical apresenta claramente a existência de grandes resíduos e tem um aspeto poroso (Fig8).



Fig 6- Ortopantomografia classificada como C1(Covington, 2012)



Fig 7- Ortopantomografia classificada como C2 (Covington, 2012)



Fig 8- Ortopantomografia classificada como C3 (Covington, 2012)

De acordo com diversos autores, entre eles Taguchi *et al.*, (2003) , Ledgerton *et al.*, (1999) o índice de klementi apresenta uma grande validade e reprodutibilidade. Foi possível demonstrar nestes estudos que este índice se apresenta como uma ferramenta útil na avaliação da densidade óssea e consequente diagnóstico de osteoporose. Recentemente, em 2012 numa investigação conduzida por Covington, foi testada a capacidade de avaliação por parte de 20 estudantes de medicina dentária na deteção de alterações radiológicas em 50 radiografias panorâmicas de acordo com o índice Klementi . Após explicação do protocolo por parte dos radiologistas aos estudantes, foi feita uma análise sistemática dos resultados obtidos e chegou –se à conclusão de que foi possível instruir, de forma eficaz, os estudantes a um diagnóstico das alterações radiográficas sugestivas de osteoporose (Covington, 2012; Taguchi *et al.*, 2003, Ledgerton *et al.*, 1999) .

No entanto, nem todos os estudos chegaram às mesmas conclusões, as investigações conduzidas por Horner *et al.*, (2007) afirmam que o MCI apresenta um valor limitado no diagnóstico da osteoporose devido às discrepâncias na avaliação do MCI entre os observadores e Jowitt *et al.*, (1999) que afirmaram que este índice não consegue ser reproduzido de forma eficaz. No estudo elaborado por Jowitt *et al.*, (1999) foi demonstrado que, mesmo entre profissionais experientes radiologistas e dentistas, não existia um consenso geral em relação às classificações dadas para cada radiografia. Nos estudos de Covington (2012), no seu estudo também participaram 20 estudantes de medicina dentária porém não se chegou a iguais conclusões. Estes resultados contraditórios podem ser possivelmente explicados pelas diferentes condições em que os estudos foram realizados. Se por um lado, no estudo de Covington, os estudantes observaram as radiografias panorâmicas num computador de alta definição numa sala escura , os estudantes da investigação conduzida Jowitt fizeram as suas observações num anfiteatro escurecido. Também é preciso ter em conta a variabilidade individual de cada estudante nos resultados obtidos em ambos os estudos ( Jowitt, Macfarlane, Devlin, Klemetti, & Horner, 1999;Covington, 2012; Horner *et al.*, 2007).

Num estudo conduzido por Govindraju *et al* no ano de 2014 acerca do índice de klementi verificou-se que a população jovem, tanto feminina como masculina, apresentava classificações na ordem do C1 e que a população mais idosa se inseria na ordem de C2 e C3. Estes resultados refletem o fato de que com o avançar da idade, está relacionada uma maior perda óssea. A classificação C2 foi verificada na população feminina na ordem dos 26-30 anos e na população masculina nas idades de 31-35. A classificação C3 esteve presente na população feminina na ordem dos 40 anos e na população masculina por volta dos 50 anos. Estes resultados são suportados por outro estudo conduzido por Knezovic *et al* (2002) constatou que a classificação C3 afetaria mais a população idosa (Govindraju & Chandra, 2014). De acordo com Taguchi (2010), na determinação do MCI é necessário ter precaução em três situações:

- 1- Quando o osso trabecular está sobeposto com o cortex inferior da mandíbula. Esta situação usualmente verificada em jovens pode levar a uma má interpretação de um osso normal confundido com erosão (Fig9);
- 2- Quando temos uma camada fina de córtex e esta é diagnosticada como um córtex em condições normais. Este tipo de córtex não se verifica em população jovem com densidade óssea normal e pode estar associada a uma severa erosão ou à presença de grandes resíduos coincidentes com a classificação C3 (Fig10);
- 3- Quando o osso hioide é projetado na ortopantomografia e impossibilita a visualização correta da forma cortical da mandíbula (Fig11).

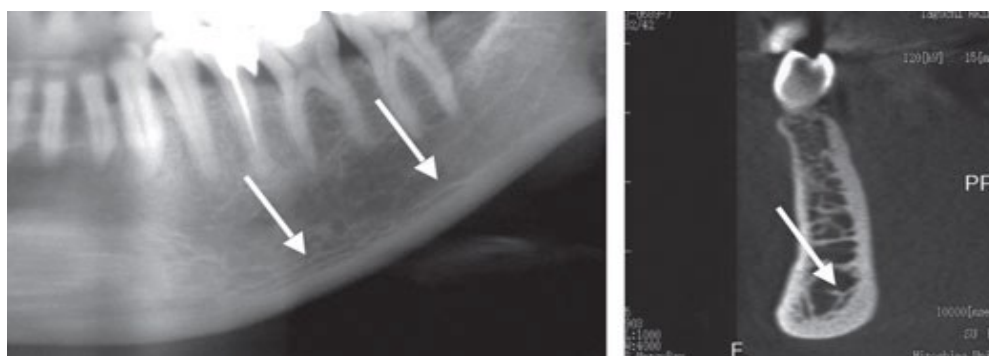


Fig 9- Representação da junção do osso trabecular com córtex inferior da mandíbula (Taguchi, 2010)

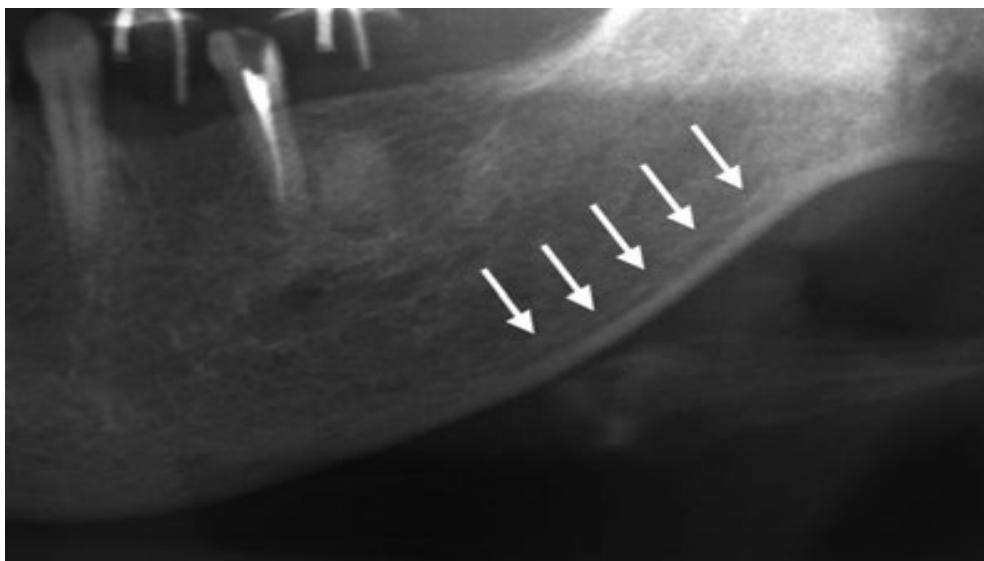


Fig 10- Ilustração da camada fina de córtex com presença de resíduos corticais (Taguchi, 2010).

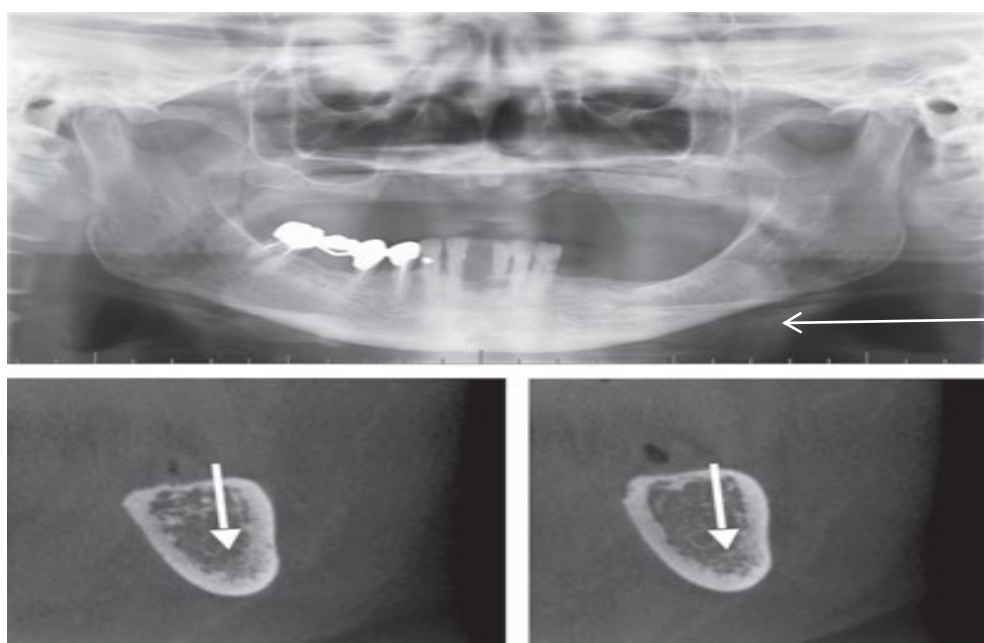


Fig 11- Ilustração de uma ortopantomografia onde existe projeção do osso hioide. Osso hioide(seta) (Taguchi, 2010).

### **2.3.4 Índice de risco de osteoporose (OSIRIS)**

Este índice foi introduzido por Sedrine (2002) e consiste num simples questionário que permitiria identificar pacientes nos quais seria recomendado uma avaliação da densidade mineral devido ao risco de osteoporose. Este índice é baseado em quatro variáveis: idade, peso, existência de terapêutica hormonal e história de fraturas. O estudo conduzido por Sedrine *et al.*, teve como objectivo testar e avaliar a eficácia deste novo índice OSIRIS (Osteoporosis Risk Index). Para tal, os autores testaram este índice em 1303 mulheres com menopausa com idades entre os 60 anos e 80 anos. Após a obtenção do OSIRIS, as pacientes foram submetidas à densiometria óssea de modo a ser possível uma comparação de resultados. Segundo Sedrine *et al.*, (2002) o índice de risco de osteoporose é calculado da seguinte forma:

- idade multiplicado por (-2)
- peso multiplicado por (2)
- paciente a realizar terapêutica hormonal (-2)
- historial de fraturas (-2)

Um valor de OSIRIS menor que -3 indicaria um alto risco de baixos níveis de densidade mineral óssea; valores no intervalo de  $<+1$  e  $>-3$  significaria um risco intermédio; valores acima de +1 indicavam um baixo risco de densidade mineral óssea. Neste estudo, os valores do OSIRIS variaram entre -8 a +12. Segundo Sedrine *et al.*, (2002) pessoas que façam parte do grupo de alto risco  $< -3$  é recomendado que iniciem de imediato o tratamento para baixos níveis de densidade mineral óssea. Por outro lado, pacientes que se encaixem no grupo de baixo risco ( $>+1$ ) não é necessário que façam o teste de densiometria óssea, apenas o devem fazer se apresentarem uma condição médica que o justifique. No grupo de risco intermédio  $<+1$  e  $>-3$  é aconselhado fazerem o teste de densiometria óssea de modo a despistar a existência de osteoporose (Sedrine *et al.*, 2002).

Sedrine *et al.*, (2002) concluíram com este estudo que o OSIRIS apresenta validade suficiente para ser utilizado como uma ferramenta útil no diagnóstico de osteoporose afirmando no entanto que é necessário testar este índice em mais populações aleatórias de modo a validar ainda mais esta ferramenta.

Seguindo esta premissa, Karayianni *et al.*, (2007) usaram o índice de risco de osteoporose entre outros índices num novo estudo o qual deu origem ao projeto OSTEODENT. Este projeto teve a duração de três anos e teve a colaboração de 5 países europeus. Um dos grandes objetivos deste estudo foi descobrir qual o índice panorâmico mais válido, ou combinação de índices panorâmicos e clínicos que permitissem o diagnóstico da osteoporose. Além disso, este projeto pretendeu investigar de forma clara e objectiva qual a importância das radiografias panorâmicas no diagnóstico da osteoporose e o papel do médico dentista neste tema. Nesta investigação foram usados, em conjunto, o índice de espessura cortical mandibular (MCW) e o índice de risco de osteoporose (OSIRIS) em pacientes femininos (Karayianni *et al.*, 2007):

A população alvo testado foram 653 mulheres com as idades entre os 45 anos e os 70 anos e provenientes de várias cidades europeias, tais como, Atenas, Manchester e Malmö. De modo a aumentar o número de sujeitos na amostra com baixos níveis de densidade mineral óssea, foram feitas algumas perguntas aos voluntários (Karayianni *et al.*, 2007);

- Alguma vez foi diagnosticado com osteoporose?
- Tem antecedentes familiares de osteoporose?
- Tem perdido peso recentemente?
- Teve a menopausa cedo? (antes dos 45 anos)
- Apresenta historial de fraturas de ossos frequentes?

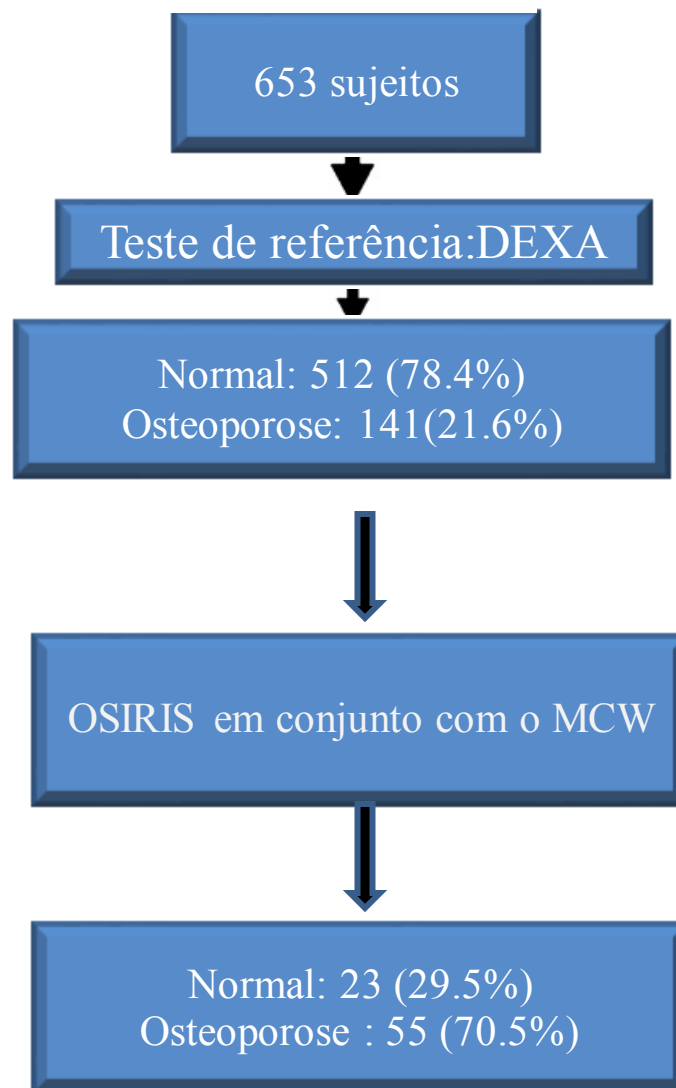
Se os voluntários respondessem positivamente a uma das perguntas seriam incluídos neste estudo. Após seleccionada a população, foi necessário fazer uma densiometria óssea com recurso ao DEXA antes de testar os índices.



Os sujeitos foram diagnosticados com osteoporose seguindo os critérios da Organização Mundial da Saúde (World Health Organization). No total foram recrutados 653 pacientes, das quais 141 (21.6%) tinham osteoporose. A idade média da população estudada foi de 54.95 anos (Karayianni *et al.*, 2007).

Após tratamento de dados e combinação do índice de espessura cortical mandibular e de risco de osteoporose, chegou –se à seguinte tabela de resultados:

Tabela 5- Adaptada de Karayianni et al., (2007)



De acordo com os resultados obtidos por Karayianni *et al.*, (2007), esta combinação de índices foi capaz de identificar 55 (70.5%) dos pacientes com osteoporose . No entanto, também diagnosticou incorretamente 23 pacientes (29.5%) tendo osteoporose. Esta investigação permitiu chegar à conclusão de que testes com maior especificidade e menor sensibilidade devem ser adoptados em locais onde exista uma falta de densiómetros. Esta estratégia foi adoptada neste estudo no qual se verificou uma elevada especificidade em identificar pacientes com osteoporose (95%) e uma baixa sensibilidade (39%). Estes valores de alta especificidade e baixa sensibilidade são derivados da combinação dos dois índices (Karayianni *et al.*, 2007).

Estes autores concluíram que o índice de risco de osteoporose (OSIRIS) tem uma maior utilidade e validade no diagnóstico quando comparado com o índice de espessura cortical mandibular (MCW). Tendo em conta este resultado, segundo Karayianni *et al.*, (2007) o MCW deve ser visto como um método alternativo de avaliação de risco aplicado apenas em pacientes que já tenham feito radiografias panorâmicas. Em relação ao índice de risco de osteoporose (OSIRIS), é afirmado que este apresenta bastante eficácia no diagnóstico e também é economicamente eficiente, devendo ser utilizado como um método de pré diagnóstico de osteoporose (Karayianni *et al.*, 2007).

### **2.3.5 Outros índices**

Além dos índices anteriormente descritos existem outros que apresentam a sua relevância e aplicabilidade no possível diagnóstico de osteoporose. Estes índices são o índice antegoníaco(IA) e o índice goníaco(IG). O índice antegoníaco foi descrito pela primeira vez em 1999 por Ledgerton e seus colaboradores e é definido como a espessura da cortical mandibular medida sobre uma linha perpendicular à cortical mandibular na altura que esta cruza a tangente do bordo anterior do ramo (Fig12). O valor normal deste índice, de acordo com Regina (2008), é maior ou igual a 3.2 mm (Calciolari *et al.*, 2015; Regina *et al.*, 2008).

Ledgerton *et al.*, em 1999 conduziram um estudo no qual foram analisadas 500 ortopantomografias e chegaram à conclusão de que o índice antegonial pode ser utilizado como possível indicador da presença de osteopenia. Estudos realizados por Dubravka (2005) e Knezovic Zlataric (2002) conseguiram demonstrar que existe uma inversão proporcional deste índice com a idade e que os valores registados em pessoas edêntulas em comparação com pacientes não edêntulos seriam menores. Este resultado também se verificou quando se compararam pacientes femininos com pacientes masculinos. Dutra *et al.*, (2005) após análise de 312 ortopantomografias e categorização destas em idade e sexo verificaram que existe uma acentuada diminuição da espessura óssea antegonial na população idosa feminina (Dagistan & Bilge, 2010; Ledgerton, Homer, Devlin, & Worthington, 1999).

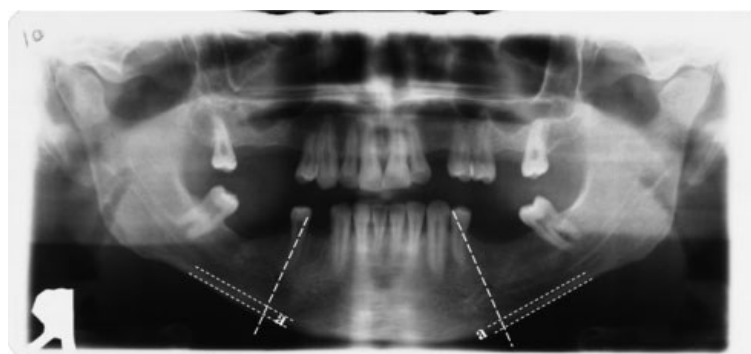


Fig 12- Representação do índice antegoníaco (Dagistan & Bilge, 2010)

O índice goniaco foi descrito pela primeira vez por Bras e seus colaboradores em 1982 e refer-se à espessura cortical mandibular medida sobre a bissetriz do ângulo formado entre as linhas tangentes ao bordo posterior do ramo da mandíbula e à base da mandíbula (Fig13); de acordo com Regina *et al.*, (2008), o seu valor normal é maior ou igual a 1.2mm. De acordo com Ledgerton *et al.*, (1999), e Miliuniene *et al.*, (2008), entre outros, este índice apresenta-se como uma ferramenta útil para deteção de pacientes com osteoporose. O osso cortical na região do gónion, de acordo com os resultados obtidos por Ledgerton *et al.*, (1999) decresce de forma gradual até à sexta década de vida, a partir da qual existe uma diminuição abrupta (Ledgerton *et al.*, 1999; Regina *et al.*, 2008; Taguchi, 2010).

Taguchi (2010) no seu estudo referiram que as quatro principais razões pelas quais este índice não apresenta maior validade são:

- 1-Erros frequentes na medição do índice goniaco;
- 2-Os diferentes graus de ampliação presentes nas ortopantomografias podem influenciar os resultados;
- 3-O método de obtenção deste índice não é claro;
- 4-A função oclusal poderá ter influência na medição do índice goniaco.

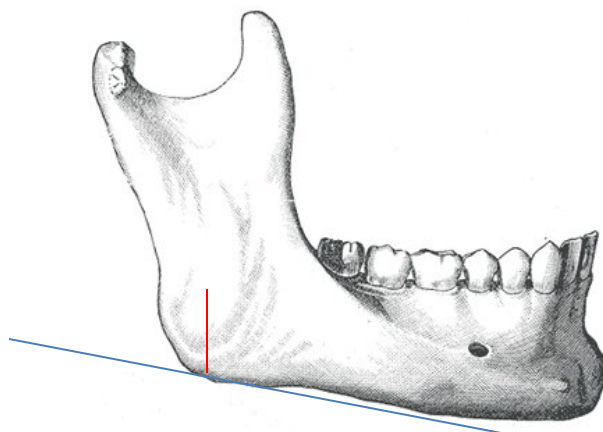


Fig 13- Local de medição do índice goniaco representado pela linha vermelha (Calciolari *et al.*, 2015).

### **3. Obtenção de índices panorâmicos de forma automatizada**

Actualmente existe um grande interesse por parte de vários investigadores pelos estudos que avaliam os índices panorâmicos anteriormente descritos. Geralmente estes índices são medidos manualmente com recurso a um lápis e a uma régua. No entanto, existe outra forma de obtenção destes índices, através de recurso a programas de computador, que muitas das vezes, se apresentam como uma solução mais eficaz. Arifin *et al* (2006) sugeriram que o sistema CAD poderia ser usado para a medição e obtenção do índice de espessura cortical mandibular (MCW) através da identificação da margem cortical. Este estudo teve como amostra 100 radiografias no qual foi aplicado este sistema e os resultados indicaram que seria possível identificar e medir com eficácia o índice de espessura cortical mandibular. Porém, este sistema não era totalmente automatizado pois seria necessário por parte do operador identificar o foramen mentoniano e seleccionar dois pontos da margem cortical. No estudo realizado por estes mesmos autores no ano de 2012, através do desenvolvimento da aplicação deste programa já foi possível identificar a zona da margem cortical sem recurso a estes dois pontos mas sim através de um processamento de imagens realizado pelo programa (Fig14). No entanto, a identificação da zona do foramen mentoniano continuaria a ser identificada manualmente (Devlin *et al.*, 2007; Muramatsu *et al.*, 2013).

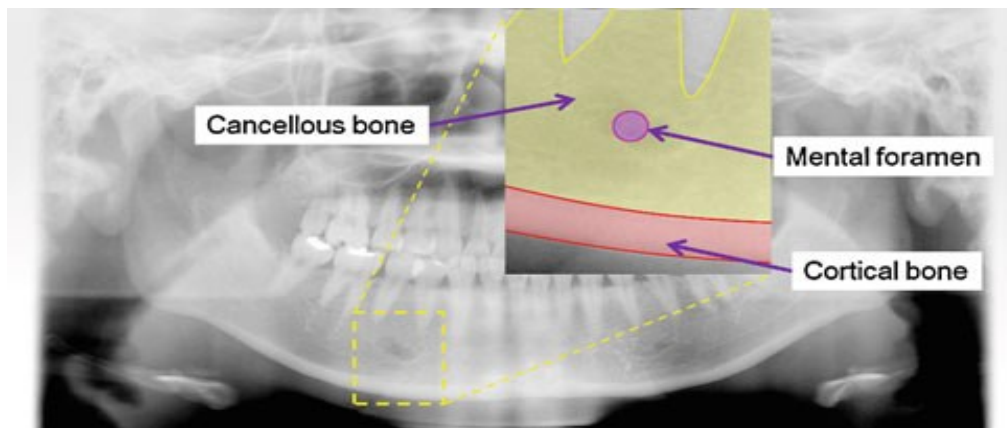


Fig 14- Identificação foramen mentoniano e da margem cortical na ortopantomografia (Muramatsu *et al.*, 2013)

Noutro estudo, conduzido por Allen *et al.*, (2007), foi proposto um método computarizado para a medição do índice de espessura cortical mandibular semi automatizado. Neste programa, a zona do foramen mentoniano e a cortical mandibular eram obtidas através de um modelo de forma activa (ASM-active shape model). O ASM é um programa de modelo estatístico de formas de objectos que consegue, através de um modelo base nele inserido (*gold-standart*), integrar este modelo nas diferentes imagens que lhe são apresentadas e fazer uma comparação (Allen *et al.*, 2007; Muramatsu *et al.*, 2013).

Mais recentemente, Muramatsu *et al.*, (2013), introduziram um modelo informático que, tal como os outros, mediria automaticamente o MCW. O que este programa veio acrescentar foi o fato de ser totalmente automatizado. Neste estudo foram analisadas cerca de 100 radiografias provenientes do Japão. Dentro destes 100 casos clínicos, cerca de 26 já teriam sido diagnosticados com osteoporose através do exame de densitometria óssea, e a população incluía cerca de 35 pacientes masculinos e 59 pacientes femininos. É necessário perceber que, tal como os outros programas, é necessário a deteção do foramen mentoniano que costuma estar localizado na zona do segundo pré molar em adultos e muitas vezes a sua visualização pode estar dificultada devido à falta de contraste presente nas radiografias ou em casos de edentulismo. Este programa apresenta três passos essenciais segundo Muramatsu *et al.*, (2013):

- 1-Deteção das limites mandibulares através do uso de uma máscara mandibular;
- 2-Seleção do modelo de referência e inserção no ACM (active contour model);
- 3-Medição do índice de espessura cortical.

No primeiro passo é necessário utilizar uma máscara mandibular de modo a uma deteção eficaz dos limites mandibulares. Esta máscara mandibular permitiria inserir o modelo em estudo nesta e assim seria possível uma comparação entre as duas figuras. Esta máscara é obtida através de uma série de algoritmos e modificada através do programa de deteção de modelos de Canny, considerado por muitos como o programa de deteção *gold-standart* (Fig15)

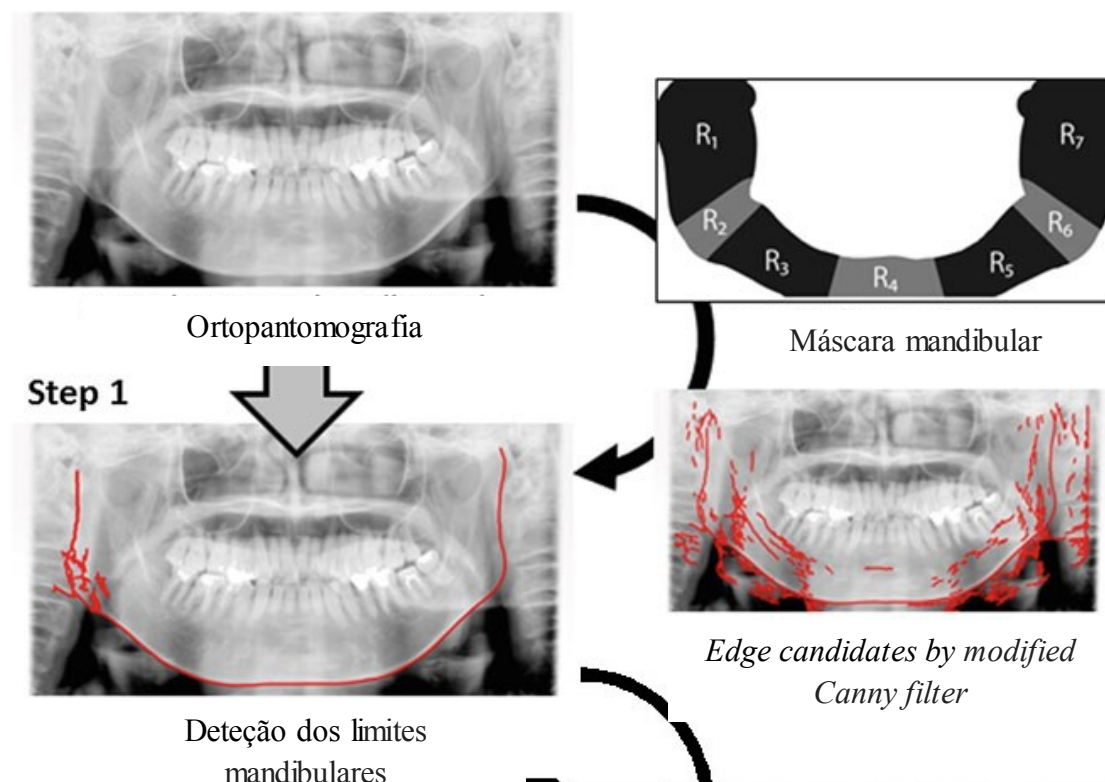
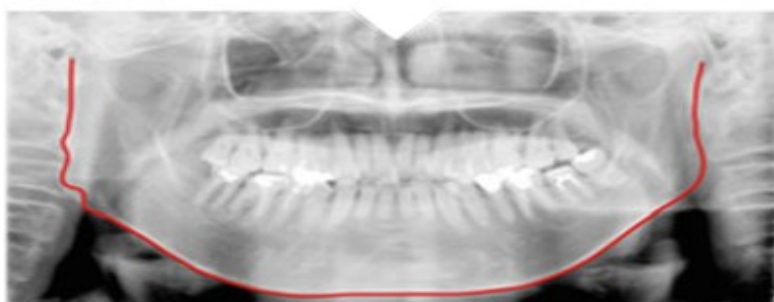


Fig 15- Deteção dos limites mandibulares através do uso de uma máscara mandibular (Muramatsu et al., 2013).

O segundo passo, tal como dito anteriormente, consiste no uso do ACM no modelo obtido no passo anterior. Este programa, tal como o ASM, apresenta a mesma funcionalidade mas destina-se mais à comparação dos limites de uma imagem. Quando o ACM foi aplicado foi possível obter os pontos da zona do foramen mentoniano que se apresenta essencial para a obtenção e correta medição do índice de espessura cortical mandibular (

### Step 2



Modelo de referência e identificação da zona de medição

Fig 16- Seleção do modelo de referência e identificação da zona de medição (Muramatsu *et al.*, 2013)

No terceiro e último passo, é feita a medição do índice de espessura cortical mandibular no lado direito e esquerdo através da posição do foramen mentoniano (Fig 17).

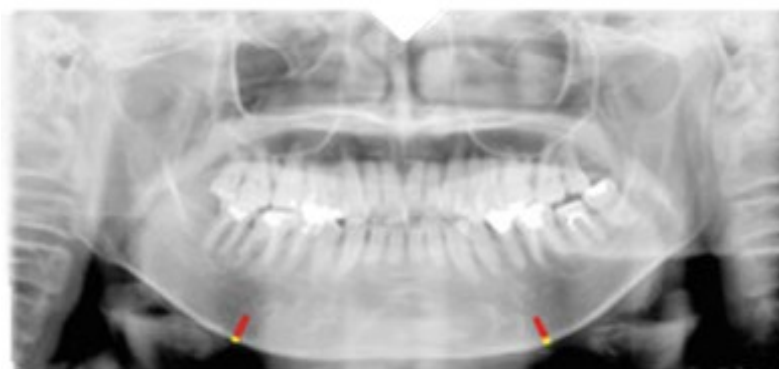


Fig 17- Medição do índice de espessura cortical.(Muramatsu *et al.*, 2013)



Após obtenção dos resultados da medição do índice através deste método automatizado, estes foram comparados com medições manuais feitas por radiologistas. As medições automáticas apresentaram resultados bastantes similares aos obtidos pelos radiologistas. A determinação do MCW teve uma taxa de sucesso bastante favorável não havendo qualquer erro por parte do programa informático desenvolvido por Muramatsu *et al.*, (2013) e seus colaboradores. A média do índice de espessura cortical mandibular foi de 3.9 mm e, no caso de pacientes com osteoporose, foi de 2.2 mm. O resultado deste estudo permitiu concluir que este programa informático poderia ser bastante útil e simples de usar na medição do índice de espessura cortical mandibular e permitir o possível diagnóstico de pacientes com osteoporose (Muramatsu *et al.*, 2013).

#### **4-Aplicação dos índices panorâmicos na Medicina Dentária**

É um facto conhecido que as pessoas recorrem mais os seus dentistas do que os seus médicos de família. E, como dito anteriormente, anualmente são tiradas milhões de radiografias panorâmicas que são usadas como exames de rotina. O mesmo não acontece com o exame de densitometria óssea – DEXA, que para além de ser dispendioso, é restrito a uma pequena parte da população (mulheres de 65 anos com menopausa e homens com mais de 70 anos com fatores de risco associados). Esta restrição faz com que muitos pacientes com osteoporose que não façam parte da população abrangida pelo DEXA não sejam diagnosticados (Covington 2012; Kim *et al.*, 2014). A partir do momento em que foi feita a associação entre as radiografias panorâmicas e o possível diagnóstico de osteoporose verificou-se um grande interesse por parte dos investigadores. Partindo desta premissa, investigadores como Covington (2012) e Taguchi *et al.*, (2008) entre outros, estudaram a possibilidade de intuir este conhecimento em estudantes de medicina dentária.

O principal objetivo deste estudo foi responder à pergunta se seria possível ensinar estudantes de medicina dentária a reconhecerem as alterações presentes numa ortopantomografia que indiquem uma possível possibilidade de presença de osteoporose (“Can Dental Students Be Taught to Use Dental Radiographs for Osteoporosis Screening?”). Foram usadas 50 radiografias panorâmicas, 25 das quais pertenciam a pacientes anteriormente diagnosticados com osteoporose e as outras 25 a pacientes sem osteoporose. Para estudarem estas radiografias foram seleccionados 20 estudantes de medicina dentária que seriam escolhidos de acordo com os seus currículos e acesso a um computador no qual seria possível analisar as diferentes radiografias. Antes de iniciar o estudo foi necessário instruir os estudantes acerca de como seria feita a classificação das radiografias. Todas as radiografias panorâmicas foram inicialmente avaliadas por um radiologista oral que fez a sua avaliação utilizando o índice cortical mandibular (MCI) também denominado de índice de Klementi.

Como explicado anteriormente, este índice, divide-se em três categorias : C1,C2,C3. O primeiro correspondente a um cortex mandibular normal, o segundo a uma moderada erosão mandibular e o terceiro correspondente a uma severa erosão do cortex mandibular. Após a classificação feita pelo radiologista oral, as radiografias foram distribuídas de forma aleatória aos alunos. A visualização das imagens foi feita em computadores com condições ideais. Tal como foi feita a classificação pelo radiologista oral, os alunos fizeram a sua classificação. No entanto, no caso dos alunos, estes classificaram as radiografias em 5 níveis (Covington, 2012):

1-Osteoporose definitivamente não presente;

2-Possibilidade de osteoporose não estar presente;

3-Questionável a presença de osteoporose;

4-Provável osteoporose estar presente;

5-Osteoporose definitivamente presente

Após as respostas obtidas por parte do radiologista oral e os estudantes de medicina dentária, estas foram analisadas através do programa estatístico SPSS. Os resultados deste estudo mostraram que existiu uma excelente concordância entre estudantes e o radiologista oral e também entre os próprios estudantes (tabela 6). No entanto, entre médicos dentistas sem o conhecimento prévio do MCI e o radiologista oral o grau de concordância foi pouco satisfatório (Covington, 2012).

Tabela 6-Adaptada de Covington (2012)

Consistência dos resultados do estudo	
Estudantes	Excelente
Estudantes x Radiologista oral	Excelente
Radiologist x Médico dentista	Negativo

Covington conclui que foi possível ensinar os estudantes de medicina a reconhecerem as alterações presentes numa ortopantomografia que possam sugerir o aparecimento da osteoporose. Este diagnóstico prematuro permitiria assim um melhor controlo e tratamento da população afetada por osteoporose.

Noutro estudo, conduzido por Kim *et al.*, (2014), foi estudada a utilidade das radiografias panorâmicas no diagnóstico de osteoporose na população coreana. Neste estudo foram analisadas cerca de 194 ortopantomografias datadas entre os anos de 2007 e 2010. Kim e seus colaboradores utilizaram três índices panorâmicos, o índice mentoniano (MI), o índice cortical mandibular (MCI) e um índice de estimação visual (SVE). O índice de estimação visual consiste numa observação da zona inferior da mandíbula e posterior classificação em 1-normal, 2-médio, 3-bastante fina. É de salientar que neste estudo cada observador não tinha conhecimento dos resultados do DXA de cada paciente e não tinha acesso a informações como a idade e sexo do paciente pois poderiam influenciar o resultado final. Após tratamento dos dados este estudo conclui que estes três índices apresentam-se como ferramentas uteis para o diagnóstico de osteoporose (Kim *et al.*, 2014).

Calciolari *et al.*, (2015), realizaram uma revisão sistemática sobre este mesmo tema. A questão principal da sua revisão sistemática foi avaliar se os índices panorâmicos seriam uma ferramenta útil no diagnóstico de osteoporose. Foram analisados cerca de 50 artigos todos eles fazendo referência aos índices panorâmicos. A grande maioria dos estudos incluídos utilizaram estes índices de forma separada e não simultânea. Calciolari *et al.*, (2015) após análise dos 50 artigos e meta-análise dos dados, chegaram à conclusão de que não é recomendado prescrever uma ortopantomografia com o objectivo de diagnosticar pacientes com osteoporose. Tal fato não exclui que os índices panorâmicos possam ser uteis na deteção de pacientes com baixo nível de densidade mineral óssea. De acordo, com os seus resultados o índice panorâmico mandibular (PMI) foi aquele que se apresentou como mais eficaz na deteção de baixos níveis de densidade mineral óssea. O índice de espessura cortical mandibular (MCW) foi mais útil como método de exclusão de alto risco para uma população com baixos níveis de densidade mineral óssea.

Por sua vez, o índice de Klementi foi considerado como uma ferramenta útil tendo em 80% dos casos, aproximadamente, ajudado ao diagnóstico de pelo menos osteopenia. É concluído ainda que é necessária uma maior quantidade de estudos sobre este tema de modo a obter resultados e conclusões mais precisas e fiáveis. Numa outra revisão sistemática (López *et al.*, em 2011), foram analisados cerca de 21 artigos sobre este tema. Destes 21 artigos todos eles usaram os índices panorâmicos anteriormente descritos. López *et al.*, (2011) concluíram que os índices mandibulares, em conjunto com questionários sobre o risco de fraturas, podem ser usados como métodos de diagnóstico precoce da osteoporose contribuindo para um melhor controlo desta patologia e que os médicos dentistas desempenhariam um papel importante neste assunto (Calciolari *et al.*, 2015; López-López *et al.*, 2011).

### III-Conclusão

A osteoporose tem prevalência em mais 75 milhões de pessoas constituindo um grave problema para a saúde pública. A nível mundial, esta doença tem sido uma crescente preocupação pois afeta maioritariamente mulheres de meia-idade. Esta patologia leva a um aumento da morbilidade e mortalidade devido ao risco de aparecimento de fraturas patológicas. Tais fatos fazem com que o diagnóstico desta doença na sua fase inicial se torne primordial para um correto controlo e tratamento da mesma.

O desequilíbrio do metabolismo ósseo causado pela osteoporose conduz a uma diminuição mineral óssea e a uma menor formação óssea em todo o organismo. Quando esta se encontra presente na mandíbula ou na maxila leva a uma atrofia do rebordo alveolar residual. No entanto, está provado que na mandíbula esta reabsorção acontece de forma mais rápida e severa, cerca de 3 a 4 vezes mais quando comparada com a maxila. Isto acontece devido à constituição maioritária da mandíbula em osso trabecular que é mais susceptível às alterações do metabolismo ósseo causado pela osteoporose.

Atualmente são vários os estudos que sugerem que através de uma interpretação correta das ortopantomografias é possível chegar ao diagnóstico da osteoporose. Tal afirmação é sustentada pela análise dos índices panorâmicos obtidos pelas ortopantomografias. Entre os índices panorâmicos mais relevantes e estudados temos o índice de espessura cortical mandibular (MCW), o índice panorâmico mandibular (PMI), o índice de Klementi e o índice de risco de osteoporose (OSIRIS). Apesar de todos eles apresentarem alguma utilidade no rastreio de níveis baixos de densidade óssea e consequente osteoporose nem todos têm a mesma relevância comprovada.

Através da pesquisa realizada é possível constatar-se que o índice de espessura cortical mandibular e o índice panorâmico mandibular são os únicos capazes de distinguir entre a condição de osteopenia e osteoporose. O índice de Klementi é mais subjetivo quando comparado com os outros índices e é também o mais fácil de obter. Tal facilidade permitiu a alguns investigadores ensinarem este índice a alunos de medicina dentária. O índice de risco de osteoporose (OSIRIS), ao contrário dos outros índices descritos,

apresenta-se como um questionário que permite identificar pacientes nos quais seria recomendado uma avaliação da densidade mineral.

Esta revisão sistemática permite concluir, com base na informação disponível, que actualmente as ortopantomografias não são, por si só, o método ideal para o diagnóstico absoluto da osteoporose. Contudo, com base na análise dos índices panorâmicos, é possível fazer-se um diagnóstico precoce de pacientes com baixo níveis de densidade mineral óssea o que permite um melhor controlo desta doença e seu tratamento. Uma forma de aumentar a eficiência de diagnóstico dos índices panorâmicos pode passar pela sua combinação, com questionários relativos ao risco de osteoporose, como por exemplo, o índice de risco de osteoporose (OSIRIS). É necessária a realização de mais estudos padronizados, de modo a chegar a conclusões mais precisas e objetivas relativamente ao contributo dos índices panorâmicos presentes na ortopantomografia, no âmbito do diagnóstico da osteoporose.

## IV-Bibliografia

- Allen, P. D., Graham, J., Farnell, D. J. J., Harrison, E. J., Jacobs, R., Nicopolou-Karayianni, K., ... Devlin, H. (2007). Detecting reduced bone mineral density from dental radiographs using statistical shape models. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine: A Publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 11(6), 601–610.
- Ardakani, F. E., Owlia, M. B., Hesami, S., & Hosseini, P. (2013). Digital panoramic radiography as a useful tool for detection of bone loss: a comparative study. *Acta Medica Iranica*, 51(2), 94.
- Ardakani, F. E., Mirmohamadi, J., & Radiology, M. (2009). Osteoporosis and oral bone resorption : a review, 8(2), 121–126.
- Arifin AZ, Asano A, Taguchi A, Nakamoto T, Ohtsuka M, Tsuda M et al (2006) Computer-aided system for measuring the mandibular cortical width on panoramic radiographs in identifying postmenopausal women with low bone mineral density. *Osteoporos Int* 17:753–759.
- Atwood, D. A. (2001). Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 86(2), 119-125.
- Atwood, D. A. (1974). Bone loss of edentulous alveolar ridges. *Journal of periodontology*, 50(4s), 11-21.
- Atwood, D. A. (1971). Reduction of residual ridges: A major oral disease entity. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 26(3), 266–279. [http://doi.org/10.1016/0022-3913\(71\)90069-2](http://doi.org/10.1016/0022-3913(71)90069-2)
- Baum, E., & Peters, K. M. (2008). Primäre Osteoporose – leitliniengerechte Diagnostik und Therapie. *Deutsches Ärzteblatt International*, 105(33), 573–81. <http://doi.org/10.3238/arztebl.2008.0573>
- Branco, J., Felicíssimo, P., & Monteiro, J. (2009). A epidemiologia e o impacto socio-económico das fracturas da extremidade proximal do fémur. Uma reflexão sobre o padrão actual de tratamento da osteoporose grave. *Acta Reumatológica Portuguesa*, 475-485.
- Benson BW, Prihoda TJ, Glass BJ. Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1991;71:349-56.



- Canhão, H., Fonseca, J. E., & Queiroz, M. V. (2005). Epidemiologia da osteoporose, mecanismos de remodelação óssea e factores protectores do osso. *Acta reum port*, 30, 225-240.
- Calciolari, E., Donos, N., Park, J. C., Petrie, A., & Mardas, N. (2015). Panoramic measures for oral bone mass in detecting osteoporosis: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Research*, 94(3 Suppl), 17S-27S. <http://doi.org/10.1177/0022034514554949>
- Călin, D. L., Mitrea, M., & Sintea, C. (2012). Anatomical Changes of Residual Alveolar Ridge as a Result of Osteoporosis. *Romanian Journal of Functional & Clinical, Macro-& Microscopical Anatomy & of Anthropology/Revista Româna de Anatomie Functionala si Clinica, Macro si Microscopica si de Antropologie*, 11(4).
- Chao, A., Chen, F., Lin, Y., Huang, T., & Fan, C. (2015). Taiwanese Journal of Obstetrics & Gynecology Application of the World Health Organization Fracture Risk Assessment Tool to predict need for dual-energy X-ray absorptiometry scanning in postmenopausal women. *Taiwanese Journal of Obstetrics & Gynecology*, 54(6), 722-725. <http://doi.org/10.1016/j.tjog.2015.10.005>
- Covington. (2012). Dental Radiographs for Osteoporosis. *Werner Harumiti Shintaku*, 77(5), 598-603.
- Dagistan, S., & Bilge, O. M. (2010). Comparison of antegonial index, mental index, panoramic mandibular index and mandibular cortical index values in the panoramic radiographs of normal males and male patients with osteoporosis. *Dentomaxillofacial Radiology*, 39(5), 290-294. <http://doi.org/10.1259/dmfr/46589325>
- De Souza, M. P. G. (2010). Diagnóstico e tratamento da osteoporose. *Rev Bras Ortop*, 45(3), 220-9.
- Devlin, H., Allen, P. D., Graham, J., Jacobs, R., Karayianni, K., Lindh, C., ... Horner, K. (2007). Automated osteoporosis risk assessment by dentists: A new pathway to diagnosis, 40, 835-842. <http://doi.org/10.1016/j.bone.2006.10.024>
- Dubravka K, Asja C. Comparison of mandibular bone density and radiomorphometric indices in wearers of complete or removable partial dentures. *Oral Radiol* 2005; 21: 51-55
- Dutra, V., Yang, J., Devlin, H., & Susin, C. (2005). Radiomorphometric indices and their relation to gender, age, and dental status. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 99(4), 479-484.
- Gonçalves, M. J., Rodrigues, A. M., Canhão, H., & Fonseca, J. E. (2013). Osteoporosis: from bone biology to individual treatment decision. *Acta medica portuguesa*, 26(4), 445-455.

- Govindraju, P., & Chandra, P. (2014). "Radiomorphometric indices of the mandible - An indicator of osteoporosis." *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(3), 195–198. <http://doi.org/10.7860/JCDR/2014/6844.4160>
- Groen, J. J., Duyvensz, F., & Halsted, J. A. (1960). Diffuse alveolar atrophy of the jaw (non-inflammatory form of paradental disease) and pre-senile osteoporosis. *Gerontologia clinica*, 2(2), 68-86.
- Hastar, E., Yilmaz, H. H., & Orhan, H. (2011). Evaluation of mental index, mandibular cortical index and panoramic mandibular index on dental panoramic radiographs in the elderly. *Eur J Dent*, 5(1), 60-67.
- Hildebolt, C. F. (1997). Osteoporosis and oral bone loss. *Dentomaxillofacial Radiology*. <http://doi.org/10.1038/sj.dmfr.4600226>
- Horner K, Karayianni K, Mitsea A et al (2007). The mandibular cortex on radiographs as a tool for osteoporosis risk assessment: the OSTEODENT Project. *J Clin Densitom* 10: 138–146.
- Horner, K., Devlin, H., & Harvey, L. (2002). Detecting patients with low skeletal bone mass. *Journal of dentistry*, 30(4), 171-175.
- International Osteoporosis Foundation secondary Osteoporosis <http://www.iofbonehealth.org/secondary-osteoporosis>. Acedido no dia 11 de Setembro às 11 horas
- Jowitt, N., Macfarlane, T., Devlin, H., Klemetti, E., & Horner, K. (1999). The reproducibility of the mandibular cortical index, (January), 1–4.
- Karayianni, K., Horner, K., Mitsea, A., Berkas, L., Mastoris, M., Jacobs, R., ... Devlin, H. (2007). Accuracy in osteoporosis diagnosis of a combination of mandibular cortical width measurement on dental panoramic radiographs and a clinical risk index ( OSIRIS ): The OSTEODENT project, 40, 223–229. <http://doi.org/10.1016/j.bone.2006.07.025>
- Kavitha, M. S., Samopa, F., Asano, A., Taguchi, A., & Sanada, M. (2012). Computer-aided measurement of mandibular cortical width on dental panoramic radiographs for identifying osteoporosis. *Journal of investigative and clinical dentistry*, 3(1), 36-44.
- Kim, O., Shin, M., Song, I., Lim, I., Yoon, S., Kim, O., ... Chung, H. (2014). Digital panoramic radiographs are useful for diagnosis of osteoporosis in Korean postmenopausal women, 1–8. <http://doi.org/10.1111/ger.12134>
- Klemetti, E., Kolmakov, S., & Kröger, H. (1994). Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *European Journal of Oral Sciences*, 102(1), 68-72.

- Knezovic-Zlataric D., Celebic A., Lazic B., Baucic I., Komar D., Stipetic Ovcaricek J. et al. Influence of age and gender on morphometric indices of the mandible in removable denture wearers. *Coll Antropol.* 2002;26:259-66
- Ledgerton, D., Homer, K., Devlin, H., & Worthington, H. (1999). Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. *Dentomaxillofacial Radiology*, 28(3), 173–181. <http://doi.org/10.1038/sj.dmf.4600435>
- López-López, J., Estrugo-Devesa, A., Jane-Salas, E., Ayuso-Montero, R., & Gómez-Vaquero, C. (2011). Early diagnosis of osteoporosis by means of orthopantomograms and oral x-rays: A systematic review. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*. <http://doi.org/10.4317/medoral.17304>
- Mansour, S., AlGhamdi, A. S., Javed, F., Marzouk, H., & Khan, E. A. (2013). Panoramic radiomorphometric indices as reliable parameters in predicting osteoporosis. *The American journal of the medical sciences*, 346(6), 473-478.
- Marandi, S., Bagherpour, A., Imanimoghaddam, M., Hatef, M. R., & Haghighi, A. R. (2010). Panoramic-based mandibular indices and bone mineral density of femoral neck and lumbar vertebrae in women. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*, 7(2), 98-106.
- Mauck, K. F., & Clarke, B. L. (2006, May). Diagnosis, screening, prevention, and treatment of osteoporosis. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 81, No. 5, pp. 662-672). Elsevier.
- Miliuniene, E., Alekna, V., Peciuniene, V., Tamulaitiene, M., & Maneliene, R. (2008). Relationship between mandibular cortical bone height and bone mineral density of lumbar spine. *Stomatologija*, 10(2), 72-75.
- Muramatsu, C., Matsumoto, T., Hayashi, T., Hara, T., Katsumata, A., Zhou, X., ... Fujita, H. (2013). Automated measurement of mandibular cortical width on dental panoramic radiographs. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 8(6), 877–885. <http://doi.org/10.1007/s11548-012-0800-8>
- Nagi, R., Yashoda Devi, B. K., Rakesh, N., Reddy, S. S., Santana, N., & Shetty, N. (2014). Relationship between femur bone mineral density, body mass index and dental panoramic mandibular cortical width in diagnosis of elderly postmenopausal women with osteoporosis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(8), 36–40. <http://doi.org/10.7860/JCDR/2014/9210.4748>
- Regina, C., Mahl, W., Licks, R., Regina, V., & Fontanella, C. (2008). Comparação de índices morfométricos obtidos na radiografia odontológica panorâmica na identificação de indivíduos com osteoporose / osteopenia \*, 41(3), 183–187.

- Richard F Bringham, Marie B. Demay, Stephen M. Krane, Henry M. Kronenberg, 2015 Harrison's principles of internal medicine (Vol. 2, pp. 1918-1925). McGraw-Hill, Medical Publishing Division.
- Sedrine, W. B., Chevallier, T., Zegels, B., Kvasz, a, Micheletti, M. C., Gelas, B., & Reginster, J. Y. (2002). Development and assessment of the Osteoporosis Index of Risk (OSIRIS) to facilitate selection of women for bone densitometry. *Gynecological Endocrinology: The Official Journal of the International Society of Gynecological Endocrinology*, 16(3), 245–250.
- Taguchi, A. (2010). Triage screening for osteoporosis in dental clinics using panoramic radiographs. *Oral Diseases*. <http://doi.org/10.1111/j.1601-0825.2009.01615.x>
- Taguchi, A., Asano, A., Ohtsuka, M., Nakamoto, T., Suei, Y., Tsuda, M., ... Horner, K. (2008). Observer performance in diagnosing osteoporosis by dental panoramic radiographs: Results from the osteoporosis screening project in dentistry (OSPD). *Bone*, 43(1), 209–213. <http://doi.org/10.1016/j.bone.2008.03.014>
- Taguchi, A., Ohtsuka, M., Tsuda, M., Nakamoto, T., Kodama, I., Inagaki, K., ... Tanimoto, K. (2007). Risk of vertebral osteoporosis in post-menopausal women with alterations of the mandible. *Dentomaxillofacial Radiology*, 36(3), 143–148. <http://doi.org/10.1259/dmfr/50171930>
- Taguchi A, Sunada M, Krall E, Nakamoto T, Ohtsuka M, Suei Y, et al. Relationship between dental panoramic radiographic findings and biochemical markers of bone turnover. *J Bone Miner Res*. 2003;18: 1689-94.
- Taguchi, A., Suei, Y., Ohtsuka, M., Otani, K., Tanimoto, K., & Ohtaki, M. (1996). Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of postmenopausal osteoporosis in women. Width and morphology of inferior cortex of the mandible. *Dentomaxillofacial Radiology*, 25(5), 263-267.
- Tavares V. Canhão H, Gomes JAM, et al: Recomendações para o diagnóstico e terapêutica da osteoporose *Sociedade Portuguesa de Reumatologia e Sociedade Portuguesa de Doenças Ósseas Metabólicas ACTA REUM PORT* 2007;32:49-59
- Wical, K. E., & Swoope, C. C. (1974). Studies of residual ridge resorption. Part I. Use of panoramic radiographs for evaluation and classification of mandibular resorption. *The Journal of prosthetic dentistry*, 32(1), 7-12.
- World Health Organization. (1994). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: report of a WHO study group [meeting held in Rome from 22 to 25 June 1992].

